

CO₂ 地中貯留：「ジオ ドクトル」 企画での研究紹介

奥山康子¹⁾・船津貴弘¹⁾・中尾信典¹⁾

1. ジオ ドクトル企画を決めるまで

地圏資源環境研究部門では、慣例で、毎年の産総研一般公開に研究グループが輪番で出展しています。2011年の一般公開では、CO₂ 地中貯留研究グループが出展担当となりました。関係者の話し合いで、「サイエンス・コーナー」に出展することと、パネル展示に加えCO₂ 地中貯留で地下に圧入したCO₂の動きを監視する「弾性波(人工地震波)モニタリング」の模擬実験を披露しようということで、展示内容が決まりました。そこに来たのが、地質分野全体の企画である「ジオ ドクトル」参加募集の案内。ウチは地味なサイエンス・コーナー出展ということで、多少の不安もあったのですが、ここは前向きにと手を挙げてみました。

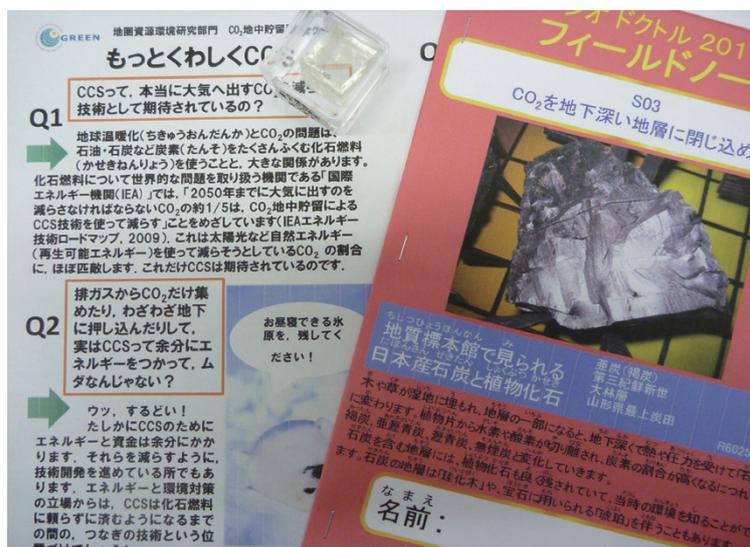
雰囲気が変わったのは、ジオ ドクトルの必須アイテム「フィールド・ノート」の表紙写真が、「石炭」であると分かってからでした(第1図)。石炭—これあってこそそのCO₂ 地中貯留だからなのです。地球温暖化抑制のため大気中CO₂ 濃度がこのまま増加しないよう対策を講じること、抑制策として省エネの取り組みやエネルギーの脱炭素化が必要な

ことは今や常識ですが、それでも21世紀半ばまでは石炭をはじめとする炭素エネルギーに多くの部分を頼らざるを得ないのも、現実的な見通しです(IEA, 2009)。現実的シナリオのもとで大気へのCO₂ 排出を抑える即効策が、「CO₂ 分離・回収と貯蔵(CCS: Carbon dioxide Capture and Storage)」であり、貯蔵部分「S」としてもっとも期待されている方策がCO₂ 地中貯留なのです。

このようにCO₂ 地中貯留は、地質以外の要素技術のウェイトも大きなCCS技術体系の一部(末端に位置する一部)であり、地球温暖化対策の中での位置付けや意義を理解してもらうためには、本来は前段にボリュームある説明がほしいところです。一般公開の出展内容は弾性波モニタリングと決めましたが、CO₂ 地中貯留自体の解説にジオ ドクトル企画が生かせないかと考え、関係者で内容を検討しました。

2. CO₂地中貯留グループのジオドクトル企画

その結果、フィールド・ノートの内容は、展示説明パネ



第1図 ジオ ドクトル企画「CO₂地中貯留」のフィールド・ノート。上の四角いケースが副賞の方解石標本。

1) 産総研 地圏資源環境研究部門

キーワード：産総研一般公開、ジオ ドクトル、CO₂地中貯留、弾性波モニタリング、フィールド・ノート、方解石

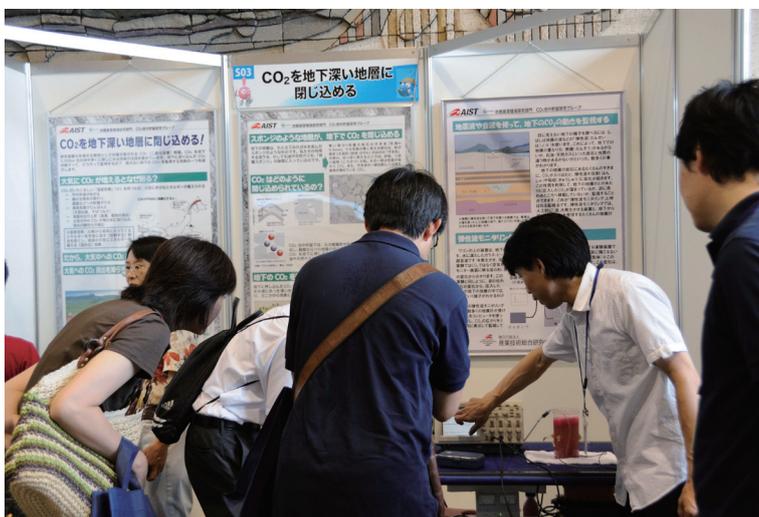


第2図 副賞の方解石標本。
ケースの底を通して、下のクロスした線が見え、さらに縦線が二重に見えるのがわかる（複屈折現象）。

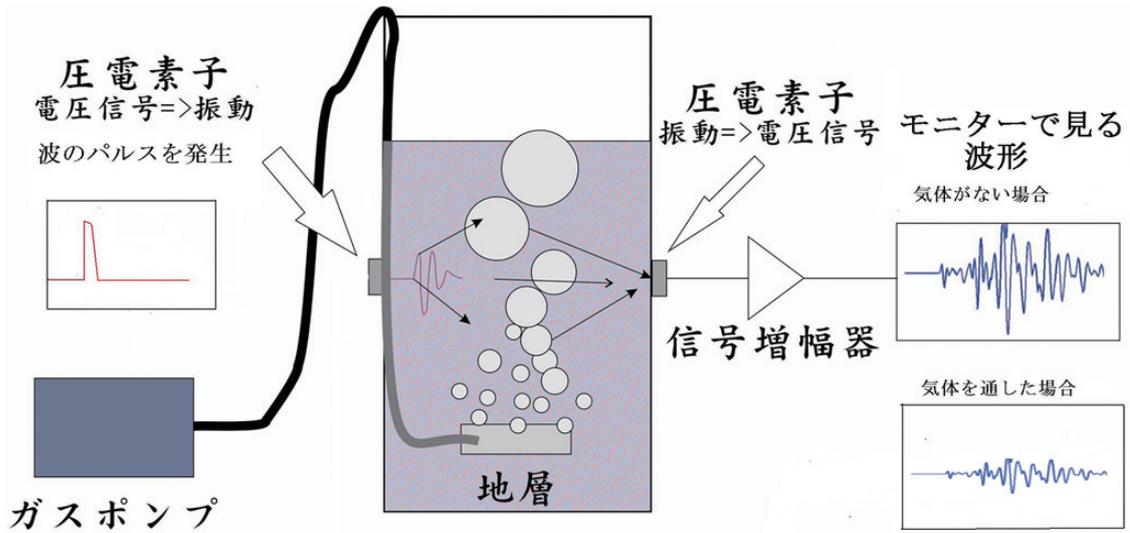
ルに盛り込めなかった事柄をQ&A方式で解説する物と決めました。質問項目は、研究実務者として受けることの多い質問、すなわち、1) CO₂ 地中貯留を活用する CCS 技術は本当に期待されているのか、2) CCS は余分にエネルギーとコストをかけるにすぎないのではないか、3) 火力発電以外のエネルギー源に転換はできないのか、4) CCS は万能の CO₂ 対策か、5) 日本でも CO₂ 地中貯留は可能か、6) CO₂ 地中貯留で地盤等への影響はないのか、また、地下に圧入した CO₂ の長期的変化はいかなるものか、そして、7) 展示のような弾性波モニタリングで地下の CO₂ を監視した実例はあるか、という 7 点に絞りました。これら質問への回答は、要約すると、1) イエス、2) 質問の通りだが、使うエネルギーとコストを削減するために技術開発中、3)

当面、完全転換は困難、4) 家庭など小規模な排出源や自動車など移動する排出源には適用困難（よって、他の CO₂ 削減策も必要）、5) 粗い見積もりでは量的に可能であるが大規模実証試験等で確認中、6) 地盤等への影響はおそらく心配無く、圧入 CO₂ は長期的には岩石の一部に鉱物固定される、そして、7) 北海、スライプナー海域などで実施、というものです。

さらにジオドクトル企画主催者側と話し合っ、めでたくジオドクトルに認定された人に、副賞として方解石（炭酸カルシウム）の劈開片標本をプレゼントすることにしました。賞品は、ごく簡単な標本ラベルを貼ったプラスチック・ケースの底に、透明な方解石の小さな劈開片標本を両面テープで固定したものです（第2図）。方解石の



第3図 CO₂地中貯留研究グループの展示。
見学者がのぞきこんでいるのが、モニタリング実験装置。写真提供：地圏資源環境研究部門広報委員。



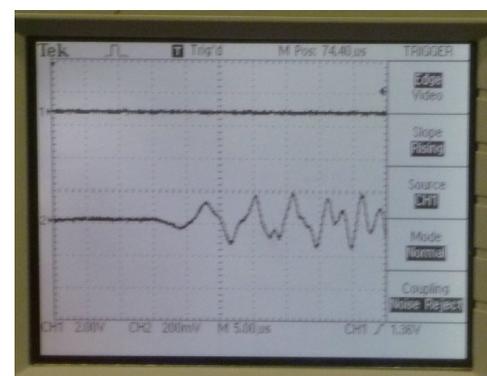
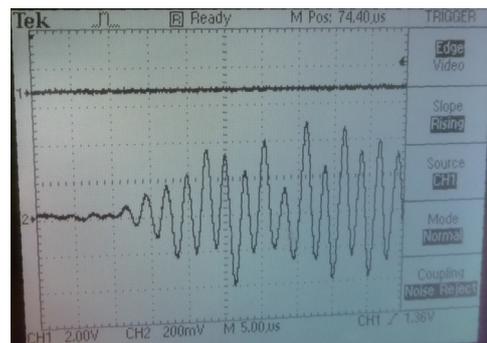
第4図 弾性波モニタリングの原理を示した模擬実験の説明図 (CO₂地中貯留研究グループ雷興林主任研究員の作図)。

透明度は極めて高く、ケースの底を通しても「複屈折で1本の線が二重に見える」のが分かります。方解石を選んだのは、質問6)への回答を補足するためでした。CO₂地中貯留で貯留層内の化学的・鉱物学的変化を追跡する地化学シミュレーションでは、地下に圧入したCO₂は最終的に方解石として岩石の一部に固定されると結論されます(たとえば、戸高ほか, 2009)。鉱物標本を通して、地中貯留されたCO₂がやがて岩石の一部となり、安定して貯留されることを説明しようとしたわけです。

サイエンス・コーナー展示は概して地味であり、一般公開でもパスしてしまう方々もおられます。ジオドクトル挑戦者たちは意欲ある人たちでしょうが、それでも全員がCO₂地中貯留のコーナーに来てくれる保証はありません。副賞の方解石は私たちのコーナーで渡すよう、主催者側に配慮していただきましたので、ここでもう一度展示を解説しようということにもなりました。

3. 一般公開が始まって

サイエンス・コーナー「CO₂地中貯留」の展示ブースには、「なぜ地球温暖化対策に地下の研究が必要か」解説するパネル2枚と、地下のCO₂を監視する各種モニタリング手法のあらましを紹介する1枚のパネルを置きました。また展示ブースには、弾性波モニタリングの原理を実際に目にしてもらうために、CO₂貯留層と震源そして受信装置



第5図 容器に空気を圧入する前(上段)と後(下段)での、容器を通じた弾性波の変化。振幅が小さくなり、波の減衰がはっきりわかる。時間軸(横軸)に注意すると、伝わる速度も低下していることが分かる。

を模した簡単な実験装置を乗せたワゴンを置きました（第3図）。この装置はガラスビーズと水を入れた容器とその外側に貼った圧電素子、容器に空気を送り込むポンプ、そして圧電素子が受けた信号を受け取るオシロスコープから構成されています。容器が地層水に満たされた貯留層、ポンプで空気を送り込むことがCO₂圧入をモデル化するわけです（原理を第4図に示します）。このセットを使ってブース見学の方々に、空気を送り込むとその前に比べて弾性波の伝搬速度が下がることと、波が減衰する様子を、オシロスコープ画面上で見ただけというわけでは

実際に展示が始まってからは、弾性波の伝わり方の変化がはっきり分かるよう、オシロスコープの表示条件を設定することに結構苦しみました。それでも物理系メンバーのがんばりで、なんとか調整することができました。空気を吹き込む前（つまり、CO₂圧入前）と吹き込んでいる最中（圧入中）の波形の変化を、第5図をご覧ください。

苦勞の甲斐あって模擬実験は見学に訪れる子供たちにも好評で、実験時には大勢が装置を載せたワゴンを取り囲みました（第3図）。展示内容の説明でも、中学生以上の年齢層にはかなりの確にこちらの伝えたいことが伝わったような手応えを感じました。付き添いの大人の方々の方が展示内容に強い関心を抱いたように見受けられるのは、サイエンス・コーナーではよくあることかもしれませんが、私たちにとっては出展までの苦勞が報いられたようで心強く思われました。

4. 賞品を差し上げて

お昼近くになると、めでたく「ジオドクトル」に認定された子供たちが三々五々、副賞を受け取りにやってきました。予想通り、ドクトルさんたちは必ずしもCO₂地中貯留の展示を見ていったわけではありませんでした。そこ

で副賞の方解石の説明に加え、改めてブースのパネルを見直してもらいます。そのうえで、私たちのフィールド・ノートに挟んだメッセージカードを書いてもらいました。

うれしいことに、メッセージの多くは「地層の力で温暖化を防げるなんて、すごい!」、「モニタリングの中身がよく分かって面白かった」というものでした。私たちにとって興味深かったのは、ジオドクトル認定者が62人であるのに対し、81部用意したフィールド・ノートが79部出たことです。両者の差17部は、展示の内容に興味を持った大人が参考資料としてお持ち帰りのようです。これはCCSの社会的認知を進めたい側として、大変勇気づけられる結果といえます。CO₂地中貯留研究者集団にとって今回の一般公開は、複雑な内容の技術をいかに社会に伝えるか考えるよい機会であったと同時に、一定の手ごたえを得ることもできた、たいへん有意義な経験であったと言えます。

文 献

- IEA (2009) *Technology roadmap : carbon capture and storage*. IEA, Wien, Austria, 52p.
- 戸高法文・奥山康子・赤坂千寿・佐々木宗建・當舎利行 (2009) 地化学・貯留層シミュレーションによる二酸化炭素の地化学トラッピングの検討:東京湾岸モデル. 岩石鉱物科学, **38**, 90-100.

OKUYAMA Yasuko, FUNATSU Takahiro and NAKAO Shinsuke (2012) Geological CO₂ storage: introduction of research through "Geo-Doctor 2011" event at the AIST open house.

(受付: 2012年1月11日)